Aus der Kinderklinik der Universität des Saarlandes
Direktor: Prof. Dr. J. B. Mayer

Depotfettbestimmung durch Hautfaltenmessung

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Gundula Fromberg geb. Schmidt
geb. am 27.10.1942 in Rostock

1969

Dekan: Prof. Dr. H. Witter
Referent: Prof. Dr. med. W. Burmeister

Aus der Kinderklinik der Universität des Saarlandes
Direktor: Prof. Dr. J. B. Mayer

Depotfettbestimmung durch Hautfaltenmessung

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Gundula Fromberg geb. Schmidt
geb. am 27.10.1942 in Rostock

Dekan: Prof. Dr. H. Witter
Referent: Prof. Dr. med. W. Burmeister

Die mündliche Promotionsprüfung wurde am 17. April 1969 abgelegt.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I.	Einleitung	1
II.	Untersuchungen	3
III.	Ergebnisse	12
IV.	Diskussion	42
V.	Zusammenfassung	50
VI.	Literaturverzeichnis	51

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542713_0044

I. Einleitung

Untersuchungen über die Körperzusammensetzung gewinnen zunehmend an Bedeutung für das Verständnis der Vorgänge, die sich während des Wachstums im Körper abspielen. Die Bestimmung der Körpergrößen Höhe und Gewicht und ihr Vergleich mit Normwerten sind selbst in der Praxis nicht befriedigend. Diese Größen sagen nichts darüber aus, wie mager oder fett ein Kind ist im Verhältnis zu Altersgenossen oder gegenüber Messungen, die zu einem früheren Zeitpunkt am gleichen Kind vorgenommen wurden. Das Kind, dessen Gewicht unterhalb der Norm liegt, bei einer Körperhöhe die dem Durchschnitt entspricht, kann besonders schmächtig ausgebildete Muskeln haben oder mager sein. Ebenso müssen die Begriffe Übergewicht und Fettleibigkeit streng voneinander getrennt werden. Ein übergewichtiges Kind kann eine kräftig entwickelte Muskulatur besitzen oder adipös sein.

Das subcutane Fettgewebe ist ein Maß für die Menge des Depotfettes. Die Schichtdicke kann an verschiedenen Stellen des Körpers direkt gemessen werden. Zu diesem Zweck wird eine Hautfalte, bestehend aus Haut und subcutanem Fettgewebe, abgehoben, und deren Dicke mit einem besonders dafür konstruierten Zirkel gemessen.

BEHNKE (1) unterteilte das Körpergewicht in die zwei Funktionseinheiten fettfreie Körpermasse und Depotfett. Das Depotfett entspricht danach der Differenz aus Körpergewicht und fettfreier Körpermasse. Aus dem Gesamtkalium des Körpers läßt sich die fettfreie Körpermasse sehr genau bestimmen.

Es war die Aufgabe gestellt, die Menge des Depotfettes bei 181 Kindern sowohl mit der Kaliummethode, als auch über die Hautfaltenmessung zu ermitteln und zu prüfen wie weit diese Werte übereinstimmen. Die Bedeutung einer guten Korrelation läge darin, eine Methode der Depotfettbestimmung zu haben, die die Forderung nach Genauigkeit und Einfachheit erfüllen würde.

II. Untersuchungen

A. Material

Die Untersuchungen wurden an 181 Kindern und Jugendlichen im Alter von 4 - 19 Jahren durchgeführt. Bis auf vier Oberschüler lebten die Versuchspersonen ständig in einem Kinderheim in Landstuhl/Pfalz. Die insgesamt 82 Knaben hatten ein Durchschnittsalter von 9,7 Jahren. Das Durchschnittsalter der 99 Mädchen lag bei 11,8 Jahren. Zur Zeit der Messungen waren alle Versuchspersonen gesund und in einem guten Allgemeinzustand. Bei jedem Untersuchten wurden Körpergewicht, Körperhöhe, Dicke der Hautfalten an 9 verschiedenen Körperstellen und das Gesamtkalium bestimmt.

B. Methoden

1. Bestimmung des Depotfettes aus der Gesamtkaliummenge des Körpers

Das natürliche Kalium enthält 0,012 % ^{40}K. Die gamma-Strahlen dieses Isotopen lassen sich mit dem "human counter" genau messen. Es handelt sich dabei um einen Ganzkörperzähler mit einem Flüssigkeitsscintillator, dessen ausführliche Beschreibung und Arbeitsweise bei OBERHAUSEN (2) zu finden ist. Die Messung der ^{40}K - Radioaktivität der einzelnen Kindern

wurde von KONRAD (3) im Laboratorium der U.S.Army Medical Research Unit Europe in Landstuhl/Pfalz nach der von BURMEISTER (4) beschriebenen Methode durchgeführt. Die errechneten Werte für das Gesamtkalium dienten für die Bestimmung des Depotfettes.

Die fettfreie Körpermasse (lean body mass) setzt sich zusammen aus Zellmasse (CM), extrazellulärer Flüssigkeit (ECF) und extrazellulären Feststoffen (S_e). Nach BURMEISTER (5) sind die extrazellulären Feststoffe proportional der Zellmasse:

$$S_e = 0{,}1 \times CM.$$

Daraus ergibt sich folgende Gleichung für die fettfreie Körpermasse:

$$LBM = 1{,}1CM + ECF$$

Kalium befindet sich über 95% intrazellulär. Untersuchungen von BURMEISTER (5) ergaben, daß 1 kg Zellmasse konstant 92,5 mÄq K enthält. K sei die Kaliummenge in mÄq, dann gilt:

$$CM = \frac{K}{92{,}5}$$

Die extrazelluläre Flüssigkeit errechnet sich aus der Körperoberfläche (BURMEISTER) (6)

$$ECF = 6{,}04 \times O.F.$$

Das Depotfett ist die Differenz aus Körpergewicht und LBM.

Zur Ermittlung der Oberfläche aus Körperhöhe und Körpergewicht wurde das Nomogramm von DUBOIS und DUBOIS (7) verwendet. Dieses Nomogramm erfaßt Personen mit einem Gewicht unter 30 kg bei einer Höhe über 120 cm nicht. Für Kinder, deren Werte in diesem Bereich lagen, wurde das entsprechende Nomogramm von CROWFORD (8) benutzt.

2. Hautfaltenmessung

Der gebräuchlichste Zirkel zur Hautfaltenmessung ist in England der von Tanner und Whitehouse entworfene "Harpenter Skinfold Caliper" (British Indicators Ltd.); in den Vereinigten Staaten findet überwiegend der von Lange konstruierte Zirkel Verwendung, der bei dieser Untersuchung benutzt wurde. (Lange Skinfold Caliper; s. Abb. 1, Cambridge Scientific Industries, Maryland). Beide Modelle sind standartidiert (TANNER 9). Der auf die Hautfalte ausgeübte Druck beträgt 10 g/mm^2 und ist konstant über eine Öffnung von 2 - 40 mm. Die Messungen wurden gemäß den Empfehlungen des "Committee on Nutritional Anthropometry, of the Food and Nutrition Board, Navional Research Council durchgeführt (10).

Die Hautfalte wird mit dem Daumen und Zeigefinger der linken

Hand fest von dem darunterliegendem Gewebe abgehoben, 1 cm von der zu messenden Stelle entfernt. Die beiden Flächen der Falte sollen nach Möglichkeit parallel verlaufen. An der Meßstelle darf nur der Druck des Zirkels auf die Hautfalte ausgeübt werden. Da die Dicke des subcutanen Gewebes nur über eine begrenzte Fläche konstant ist, muß die Meßstelle mit besonderer Sorgfalt aufgesucht werden. Die Messungen wurden nach JANSEN (12) an folgenden 9 Stellen durchgeführt (Abb. 2 und 3)

1. über dem Bizeps, auf der Mitte des Oberarmes
2. auf der Rückseite des Oberarms, in der Mitte zwischen der Spitze des prozessus acromialis scapulae und der Spitze des Ellbogens. Diese Stelle wurde bei rechtwinklig gebeugtem Arm aufgesucht, gemessen wurde bei locker herabhängendem Arm
3. unterhalb der Scapulaspitze, in einem Winkel von ca. 45^{o} zur Wirbelsäule, bei möglichst entspannt stehender Versuchsperson
4. 3 cm unterhalb der Clavicula in der Medio-clavicular Linie
5. direkt über der crista iliaca
6. in der Medio-axillar Linie über der 10. Rippe

7. abdominal, 4 cm lateral vom Nabel
8. auf der Mitte des Oberschenkels
9. direkt über der Patella.

Es wurde stets die rechte Körperseite benutzt. Die Meßreihe wurde ein Mal wiederholt mit einem zeitlichen Abstand von mindestens 1/2 Stunde. Als wahrer Wert wurde das arithmetische Mittel genommen.

3. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte durch schrittweise Regressionsanalyse nach G. Matt. Bei diesem Verfahren werden die einzelnen Größen, also im hier vorliegenden Falle die einzelnen Hautfaltenwerte daraufhin geprüft, ob durch sie die Bestimmtheit der aus ihnen errechneten Funktion signifikant zunimmt. Im bejahenden Falle wird die Hautfaltengröße in die Regressionsgleichung hineingenommen und die weiteren Größen werden im Hinblick auf die entstehende Regressionsgleichung auf gleiche Weise geprüft.

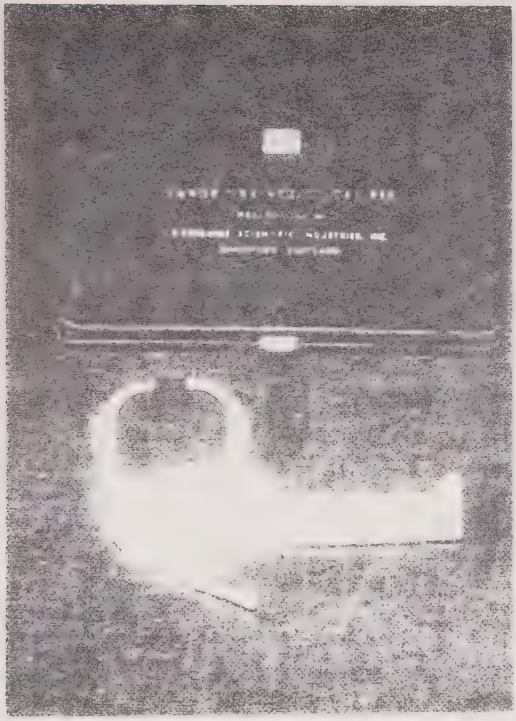


Abb. 1: Zirkel zur Hautfaltenmessung

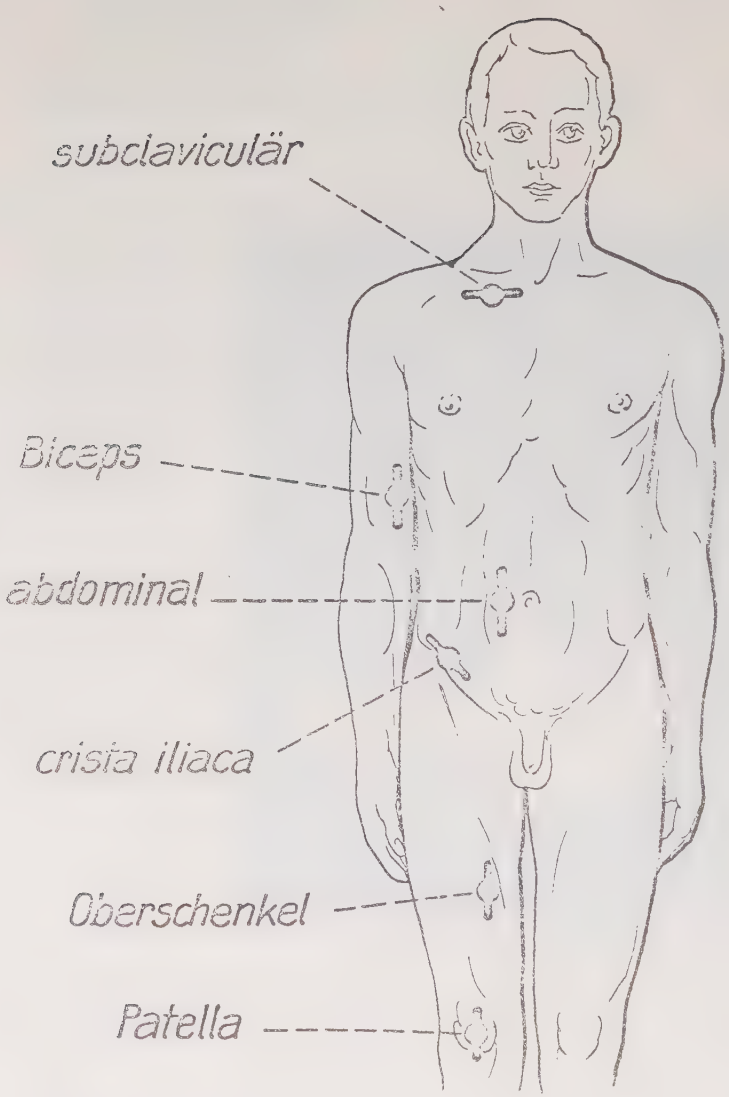


Abb. 2: Meßstellen

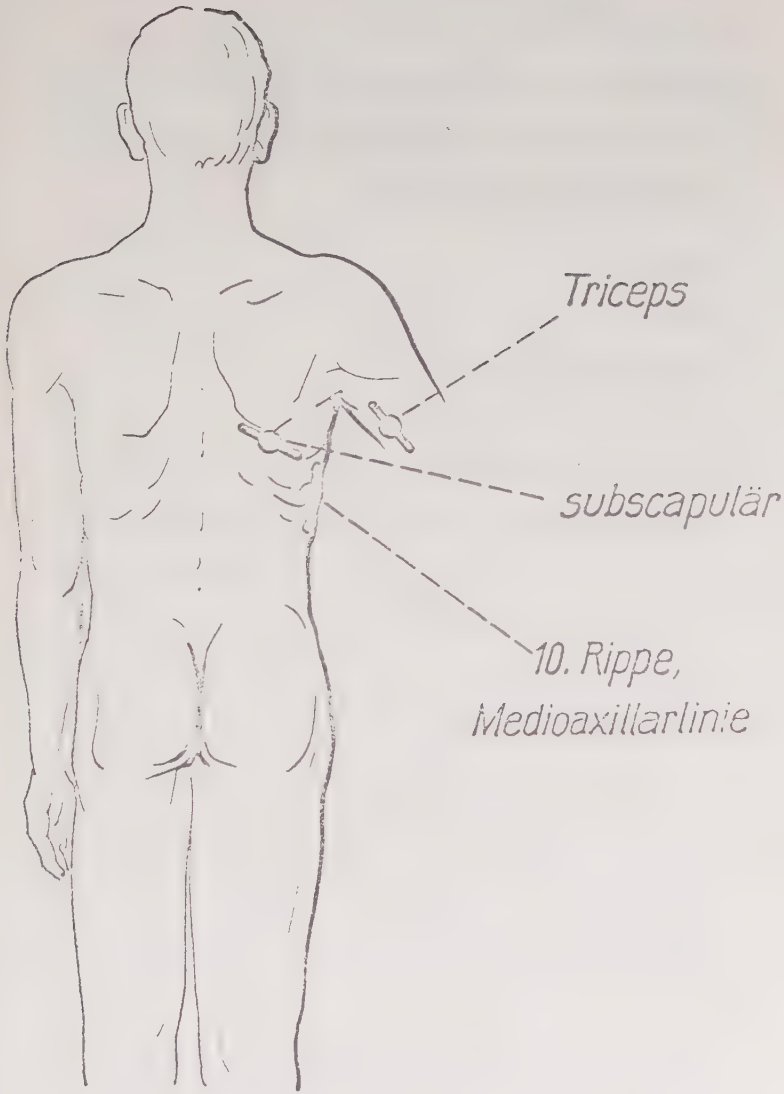


Abb.: 3:Meßstellen

III. Ergebnisse

Die Kinder wurden in drei Gruppen unterteilt, da bei einigen besonders dicken Kindern die Bildung einer Hautfalte nicht an allen 9 Stellen möglich war.

Gruppe A

umfasst 77 Knaben und 85 Mädchen. In Tabelle 1 sind alle Meßwerte angegeben: Körpergewicht (kg), Körperhöhe (cm), 9 Hautfalten (mm) und Gesamtkalium (g).

Die statistische Auswertung ergab für die Knaben die signifikante lineare Regressionsgleichung:

$y = 0{,}377 \cdot x_3 + 0{,}118 \cdot x_8 + 0{,}103 \cdot x_7$ $\qquad p = 0{,}5$

y bedeutet kg Depotfett/m^2 Oberfläche.

x_3 = Scapulafalte, x_8 = Oberschenkelfalte, x_7 = Abdominalfalte.

Die Standardabweichung beträgt 1,248.

In Tabelle 2 sind die Werte angegeben für Gesamtkalium, Zellmasse, fettfreie Körpermasse und Depotfett als Differenz aus Körpergewicht und LBM ($Fett_K$). Tabelle 3 zeigt die Werte für Oberfläche, Fett/m^2 Oberfläche, das daraus errechnete Depotfett ($Fett_H$) und die Differenz aus $Fett_K$ und $Fett_H$.

In Abbildung 4 ist die Beziehung zwischen $Fett_K$ und $Fett_H$ entsprechend den in Tabelle 3 angeführten Werten graphisch dargestellt.

Die Regressionsgleichung für die Mädchen lautet:

$y = 0{,}155 \cdot x_2 + 0{,}161 \cdot x_7 + 0{,}136 \cdot x_8$ $\quad p = 0{,}5$

x_2= Trizepsfalte, x_7 = Abdominalfalte, x_8 = Oberschenkelfalte.

Die Standardabweichung beträgt 1,865.

Die Tabellen 4, 5 und 6 entsprechen den Tabellen 1, 2 und 3.

Die Abbildung 5 zeigt die Beziehung zwischen $Fett_K$ und $Fett_H$ gemäß den in Tabelle 6 angeführten Werten.

Gruppe B

Bei 6 Knaben und 7 Mädchen konnte am Oberschenkel keine echte Hautfalte abgehoben werden. Hier bedeutet Nr. 8 die Falte über der Patella.

Die Regressionsgleichung für die Knaben lautet:

$y = 0{,}734 \cdot x_6$ $\quad p = 0{,}5$

x_6= Hautfalte über der 10. Rippe.

Die Standardabweichung beträgt 0,346.

Die Regressionsgleichung für die Mädchen lautet:

$y = 0{,}560 \cdot x_6 + 0{,}392 \; x_1$ $\quad p = 0{,}5$

x_6 = Hautfalte über der 10. Rippe, x_1 = Bizepsfalte

Die Standardabweichung beträgt 0,408.

Für die Knaben und Mädchen sind die Werte gemeinsam in Tabelle 7, 8 und 9 wiedergegeben. Sie enthalten die gleichen Größen wie Tabellen 1, 2 und 3. Die Abbildung

6 entspricht der Abbildung 4.

Gruppe C

umfaßt nur Mädchen. Außer am Oberschenkel war bei ihnen an unterschiedlichen Stellen keine Hautfalte abhebbar. Die Meßstellen wurden auf 6 reduziert, die bei allen gut meßbar waren. 1. Bizepsfalte, 2. Trizepsfalte, 3. Scapulafalte, 4. Hautfalte über der 10. Rippe, 5. Abdominalfalte, 6. Falte über der Patella.

Die Regressionsgleichung lautet:

$y = 0{,}208 \cdot x_5 + 0{,}685 \cdot x_6$ $\qquad p = 0{,}5$

x_5= Abdominalfalte, $\quad x_6$ = Falte über der Patella.

Die Standardabweichung beträgt 1,78.

In Tabelle 10, 11 und 12 sind die Werte der gleichen Größen wie in Tabelle 1, 2 und 3 angegeben.

In Abbildung 7 ist die Beziehung zwischen $Fett_K$ und $Fett_H$ entsprechend den in Tabelle 12 angeführten Werten graphisch dargestellt.

Zusammenstellung der absoluten durchschnittlichen Differenz von $Fett_K$ und $Fett_H$ und der mittleren Differenz von $Fett_K$ und $Fett_H$

	absolute durchschnittl. Differenz	mittl. Differenz
Knaben A	1,0	- 0,1
Mädchen A	1,7	- 0,5
Knaben B	2,3	- 3,3
Mädchen B	0,4	+ 0,2
Mädchen C	1,9	- 0,3

Gruppe A Knaben

Tabelle 1

Nr.	G.	H.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	K
k	kg	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g
1.	67,8	166	5,8	10,0	13,0	9,0	16,3	19,3	33,5	13,5	6,5	137,7
2.	59,9	175	3,5	7,8	7,0	5,0	5,8	4,8	6,3	8,8	5,5	125,1
3.	66,2	186	5,0	8,0	7,8	4,8	6,5	6,0	6,5	20,8	5,5	139,7
4.	68,0	168	7,8	20,0	12,8	7,3	11,0	12,0	17,0	25,0	6,3	140,7
5.	49,6	162	3,0	6,3	5,0	4,5	5,8	4,8	5,0	15,0	4,5	101,1
6.	43,5	154	3,5	5,8	5,5	4,8	6,2	4,5	6,5	11,0	6,0	95,1
7.	52,3	166	5,8	14,8	6,8	7,0	8,7	6,0	6,8	24,5	6,5	100,9
8.	52,2	157	11,8	26,0	16,5	21,5	21,5	15,5	21,5	29,0	9,3	93,4
9.	53,1	163	6,8	16,3	8,0	12,0	8,5	10,3	16,5	17,5	7,3	98,0
10.	50,3	164	9,5	20,3	8,8	13,0	9,2	7,0	7,5	27,5	8,5	92,4
11.	42,1	158	4,8	8,8	6,0	6,5	6,8	5,5	7,0	14,3	6,0	80,7
12.	45,4	157	8,0	14,8	6,3	13,3	13,7	6,3	13,5	27,5	4,8	86,7
13.	36,1	146	5,0	12,3	7,0	6,8	9,5	5,0	7,3	19,0	5,0	70,5
14.	35,7	145	6,5	6,8	6,3	5,8	8,3	6,8	9,0	10,5	5,8	75,6
15.	43,3	152	6,0	12,5	8,5	8,0	10,8	10,0	12,3	18,0	5,3	76,3
16.	37,6	145	3,0	8,3	5,8	4,3	4,8	4,5	4,3	12,8	5,0	82,7
17.	44,5	156	5,8	12,8	8,0	10,0	12,0	6,0	11,5	23,5	7,5	92,3
18.	35,7	140	5,8	12,8	5,8	7,0	8,3	5,5	5,8	26,0	6,3	76,8
19.	44,8	146	4,0	8,3	7,0	6,3	6,5	5,5	4,8	18,0	6,0	92,7
20.	33,1	140	8,3	19,5	7,8	11,0	15,0	7,8	10,8	22,0	6,8	56,6
21.	36,1	150	4,0	9,0	5,3	5,0	5,5	5,0	4,0	12,5	4,0	74,8
22.	40,7	141	11,0	17,5	7,0	13,3	11,0	7,3	17,5	25,5	6,0	79,7
23.	32,2	142	6,0	14,8	7,0	10,3	11,8	6,3	7,8	24,5	6,0	56,3
24.	39,5	142	10,3	18,3	7,5	11,5	6,5	5,3	8,0	26,5	8,0	74,5
25.	36,3	146	5,0	13,8	7,8	6,0	10,3	6,3	7,5	20,0	6,3	67,8

Fortsetzung von Tabelle 1

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	9. mm	K g
26.	32,1	142	8,5	15,8	7,3	11,0	12,3	6,3	7,8	25,0	7,0	65,6
27.	35,6	145	9,0	19,0	10,0	12,3	14,5	11,0	11,3	29,0	7,0	68,1
28.	38,1	140	5,5	18,3	7,5	12,5	10,8	6,8	5,0	23,0	5,0	69,4
29.	31,2	139	6,0	8,0	6,0	5,3	6,8	6,0	5,5	16,0	6,0	67,7
30.	30,7	137	3,5	9,0	4,5	4,3	3,8	4,3	4,0	17,0	5,8	64,7
31.	34,8	144	6,5	12,3	6,0	8,3	8,3	5,0	8,8	21,0	7,3	67,7
32.	28,1	133	4,0	10,5	5,3	6,0	6,8	4,5	5,8	20,0	6,3	57,3
33.	30,5	135	3,3	9,8	4,0	4,5	4,5	3,8	3,0	15,0	6,5	62,5
34.	37,5	149	8,3	19,0	7,8	8,8	8,5	6,5	6,3	22,0	7,0	74,6
35.	29,5	136	3,3	9,0	6,0	6,5	6,0	4,3	6,5	16,75	4,0	58,8
36.	27,7	131	3,5	11,5	6,8	5,3	7,3	5,3	5,8	16,3	5,5	59,3
37.	26,9	126	4,0	9,0	5,0	4,5	6,0	5,3	5,0	17,5	6,3	54,4
38.	26,6	128	5,0	11,3	4,3	4,5	5,3	3,5	3,5	15,0	4,3	52,5
39.	30,5	136	3,8	7,5	6,3	7,0	11,5	6,3	5,3	20,8	5,0	60,5
40.	26,6	133	4,8	8,3	5,0	5,0	6,0	4,3	3,5	15,3	5,0	55,4
41.	25,5	128	6,0	13,3	5,8	8,3	6,8	4,3	5,5	20,5	6,0	50,1
42.	25,3	128	5,8	7,8	5,5	6,3	5,0	4,5	6,3	17,5	4,8	49,3
43.	30,5	138	5,0	12,3	6,0	5,5	6,5	4,8	4,8	23,0	6,3	60,2
44.	25,3	132	3,8	7,0	4,3	3,8	3,8	4,0	4,3	13,5	5,5	56,6
45.	23,9	126	6,0	8,3	4,8	4,8	6,5	4,8	5,3	21,0	6,8	47,3
46.	27,7	126	6,8	13,0	5,0	7,0	7,8	4,3	4,3	19,0	8,5	50,4
47.	24,7	126	4,3	12,0	5,5	9,5	8,8	6,0	5,8	18,5	7,0	47,7
48.	26,5	129	5,8	9,3	5,8	4,5	8,5	4,0	5,0	14,5	6,0	54.4
49.	24,3	128	5,0	12,5	6,0	5,8	6,0	5,3	5,3	22,5	5,8	49,7
50.	18,9	116	8,3	12,0	5,0	5,5	5,8	6,0	7,0	17,0	6,5	38,3

Fortsetzung von Tabelle 1

Nr.	G.	H.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	K
	kg	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g
51.	21,1	112	4,8	10,5	6,0	8,3	11,5	4,0	6,0	15,5	5,5	41,4
52.	25,4	116	4,5	10,0	9,0	9,0	14,8	5,8	7,8	16,5	7,0	43,6
53.	20,1	113	5,5	11,3	6,0	8,5	9,5	4,5	6,5	16,0	6,0	37,6
54.	22,7	121	7,0	14,3	6,0	7,3	6,8	7,0	5,8	17,5	6,8	45,7
55.	20,0	112	6,0	11,3	4,3	6,0	5,5	3,5	5,0	12,5	6,5	37,5
56.	17,8	106	4,0	11,8	5,0	5,0	4,0	3,0	3,3	15,0	7,5	35,0
57.	20,1	109	6,8	13,0	4,8	7,8	8,5	4,5	6,3	18,5	5,3	34,5
58.	13,8	100	5,3	7,8	3,5	4,8	3,5	3,3	3,3	10,8	4,8	29,4
59.	15,2	102	3,8	6,8	4,0	3,8	3,5	3,5	3,1	7,0	5,5	27,7
60.	18,3	104	5,5	15,5	5,8	6,3	8,0	5,8	6,8	17,3	6,8	33,9
61.	15,6	95	7,0	11,0	5,0	5,3	6,8	5,3	5,0	16,3	7,5	28,1
62.	68,4	166	8,5	21,8	15,5	10,5	19,8	14,5	33,5	37,5	11,5	97,7
63.	32,9	135	4,8	9,8	5,5	7,0	7,3	4,5	6,5	20,5	6,3	67,1
64.	22,9	117	6,0	14,3	4,3	6,3	6,0	3,3	4,8	23,8	7,3	39,6
65.	28,9	134	6,5	12,3	7,5	9,3	7,5	8,3	7,5	15,0	5,8	57,3
66.	19,3	108	4,3	7,3	4,5	4,5	5,3	4,3	5,0	13,8	5,0	39,0
67.	19,7	112	6,3	7,5	4,8	4,0	5,0	4,0	4,5	12,0	5,5	41,9
68.	81,6	179	13,5	27,0	12,5	6,0	16,5	13,5	13,5	35,0	6,5	159,8
69.	18,9	115	6,5	12,8	6,3	9,5	7,5	5,8	6,5	17,5	4,8	41,4
70.	31,2	145	4,0	6,5	5,0	4,8	4,8	4,5	5,0	9,3	4,5	64,9
71.	22,3	117	6,8	11,5	6,5	6,8	12,5	4,3	5,5	13,5	6,5	41,6
72.	18,6	112	6,0	12,0	5,0	5,5	6,5	5,3	4,8	14,5	5,3	35,7
73.	44,0	148	4,0	8,5	5,8	5,5	5,7	5,5	4,8	16,5	6,8	96,0
74.	42,0	144	6,5	14,5	7,5	11,0	9,5	7,8	8,5	23,5	7,5	86,3
75.	28,4	130	5,3	9,3	5,8	4,8	4,3	4,8	3,8	11,3	5,0	59,4

Fortsetzung von Tabelle 1

Nr.	G.	H.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	K
	kg	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g
76.	28,9	130	5,3	15,3	6,5	10,0	9,0	4,8	7,3	21,5	7,0	66,8
77.	21,1	114	4,5	7,0	5,0	4,8	5,5	4,0	4,5	12,8	5,3	43,1

G. = Körpergewicht
H. = Körperhöhe
1.-9.= Hautfaltendicke
K = Gesamtkalium

Gruppe A: Knaben

Tabelle 2

Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	Depotfett$_K$
	gÄq	kg	kg	kg
1.	3,53	38,5	52,6	15,2
2.	3,26	35,3	48,9	11,0
3.	3,52	38,1	53,4	8,8
4.	3,60	39,0	53,6	14,4
5.	2,54	28,0	40,0	9,6
6.	2,44	26,4	37,3	6,2
7.	2,58	28,0	40,0	12,3
8.	2,40	25,9	37,7	14,5
9.	2,51	27,2	39,4	13,7
10.	2,37	25,6	37,5	12,8
11.	2,06	22,3	32,9	9,2
12.	2,19	23,7	34,7	10,7
13.	1,80	19,5	28,9	7,2
14.	1,94	21,0	30,4	5,3
15.	1,93	20,8	31,2	12,1
16.	2,12	22,9	32,7	4,9
17.	2,36	25,6	36,7	7,8
18.	1,97	21,2	30,6	5,1
19.	2,38	25,7	36,4	8,4
20.	1,45	15,7	24,2	8,9
21.	1,91	20,7	30,4	5,7
22.	2,04	22,0	31,8	8,9
23.	1,44	15,6	24,1	8,1
24.	1,91	20,3	29,8	9,7
25.	1,73	18,8	28,1	8,2
26.	1,68	18,2	26,9	5,2
27.	1,74	18,9	28,1	7,5
28.	1,77	19,2	28,4	9,7
29.	1,73	18,7	27,3	3,9
30.	1,65	17,9	26,3	7,4
31.	1,73	18,5	27,6	7,2
32.	1,47	15,9	23,7	4,4
33.	1,60	17,3	25,5	5,0
34.	1,91	20,3	29,9	7,6
35.	1,50	16,3	24,8	4,7
36.	1,52	16,4	24,1	3,6

Fortsetzung Tabelle 2

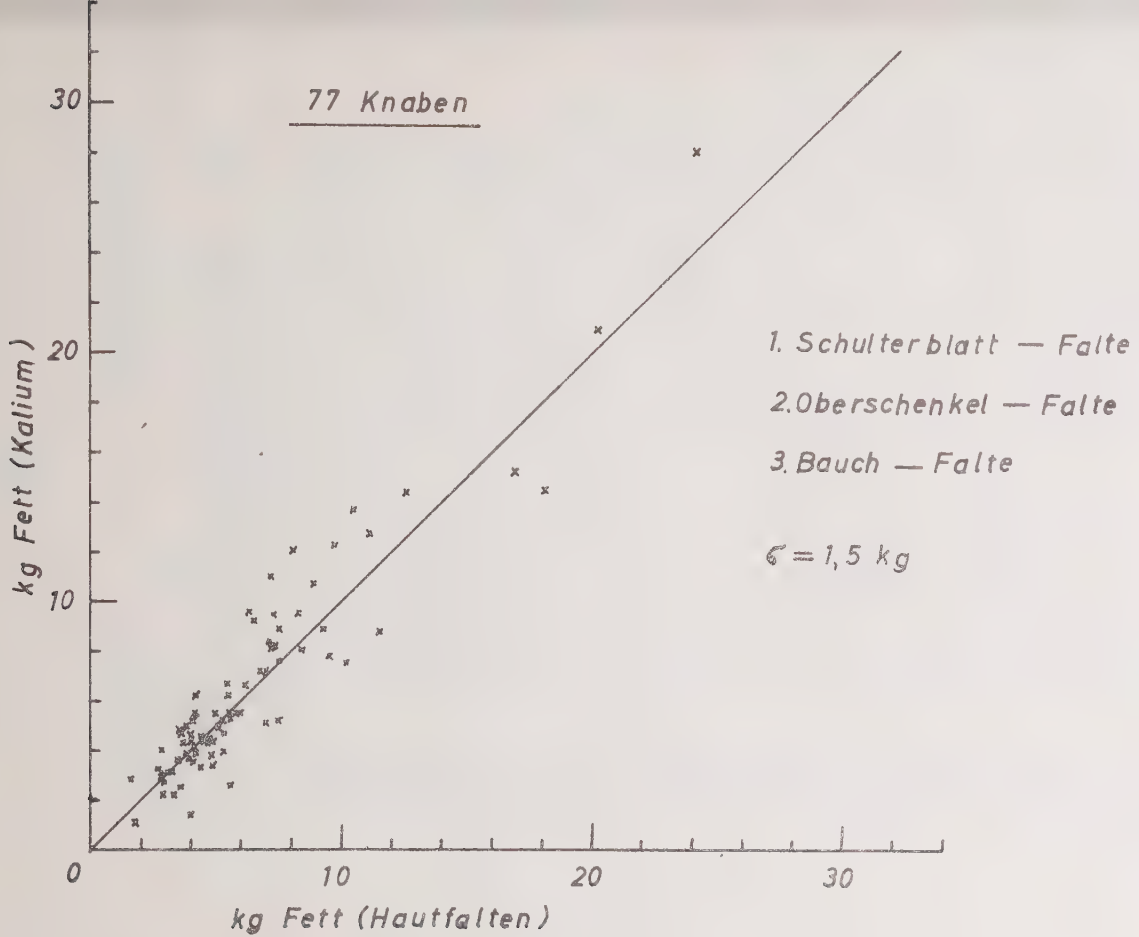
Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	Depotfett$_K$
	gÄq	kg	kg	kg
37.	1,39	15,0	22,3	4,6
38.	1,34	14,5	21,9	4,7
39.	1,55	16,7	25,0	5,5
40.	1,41	15,3	22,9	3,7
41.	1,28	13,9	21,1	4,4
42.	1,26	13,6	20,8	4,5
43.	1,54	16,7	25,0	5,5
44.	1,45	15,7	23,2	2,1
45.	1,21	13,1	20,0	3,9
46.	1,29	13,9	21,1	6,2
47.	1,22	13,2	20,4	4,3
48.	1,39	15,0	22,4	4,1
49.	1,27	13,8	20,9	3,4
50.	0,98	10,6	16,4	2,5
51.	1,06	11,4	17,3	3,8
52.	1,12	12,1	18,7	6,7
53.	0,96	10,4	16,8	3,3
54.	1,17	12,6	19,2	3,5
55.	0,96	10,3	16,0	4,0
56.	0,90	9,7	15,1	2,7
57.	0,88	9,5	15,2	4,9
58.	0,75	8,1	12,7	1,1
59.	0,71	7,7	12,4	2,8
60.	0,87	9,4	14,7	3,6
61.	0,72	7,8	12,4	3,2
62.	2,50	27,0	40,4	28,0
63.	1,72	18,6	27,2	5,7
64.	1,01	10,9	17,2	5,7
65.	1,47	15,8	23,7	5,2
66.	1,00	10,8	16,4	2,9
67.	1,07	11,6	17,5	2,2
68.	4,09	44,2	60,7	20,9
69.	1,07	11,6	17,5	1,4
70.	1,66	17,9	26,6	4,6
71.	1,06	11,5	17,9	4,4
72.	0,91	9,9	15,5	3,1
73.	2,46	26,6	37,4	6,6
74.	2,20	23,8	34,0	8,0
75.	1,51	16,4	24,1	4,3
76.	1,70	18,4	26,3	2,6
77.	1,10	11,9	18,0	3,1

Tabelle 3

Nr.	Oberfläche m^2	Fett / Oberfläche kg/m^2	Depotfett$_H$ kg	Fett$_K$ - Fett$_H$ kg
1.	1,75	10,0	16,9	+ 1,7
2.	1,67	4,3	7,2	- 3,8
3.	1,88	6,1	11,5	+ 2,7
4.	1,77	7,7	13,6	- 0,8
5.	1,51	4,2	6,3	- 3,3
6.	1,37	4,0	5,5	- 0,7
7.	1,57	6,2	9,7	- 2,6
8.	1,51	11,9	18,1	+ 3,1
9.	1,56	6,7	10,5	- 3,2
10.	1,53	7,2	11,1	- 1,7
11.	1,38	4,7	6,5	- 2,7
12.	1,42	7,0	9,9	- 0,8
13.	1,22	5,6	6,9	- 0,3
14.	1,21	4,6	5,5	+ 0,2
15.	1,36	6,4	8,6	- 3,5
16.	1,24	4,1	5,1	+ 0,2
17.	1,40	6,8	9,5	+ 1,7
18.	1,20	5,8	7,0	+ 1,9
19.	1,34	5,3	7,1	- 1,3
20.	1,14	6,6	7,5	- 1,4
21.	1,25	3,9	4,9	- 0,8
22.	1,25	7,4	9,3	+ 0,4
23.	1,14	6,3	7,2	- 0,9
24.	1,24	6,7	8,3	- 1,4
25.	1,22	6,0	7,3	- 0,9
26.	1,14	6,6	7,5	+ 2,3
27.	1,21	8,4	10,2	+ 2,7
28.	1,21	6,0	7,3	- 2,4
29.	1,11	4,8	5,3	+ 1,4
30.	1,09	4,1	4,5	+ 0,1
31.	1,19	5,7	6,8	- 0,4
32.	1,02	4,8	4,9	+ 0,5
33.	1,07	3,6	3,8	- 1,2
34.	1,26	6,1	7,7	+ 0,1
35.	1,14	4,7	5,4	+ 0,7
36.	1,00	4,8	4,8	+ 1,2
37.	0,96	4,3	4,1	- 0,5
38.	0,97	3,7	3,6	- 1,1

Fortsetzung Tabelle 3

Nr.	Oberfläche m^2	Fett / Oberfläche kg/m^2	Depotfett$_H$ kg	Fett$_K$ - Fett$_H$ kg
39.	1,08	5,4	5,8	+ 0,3
40.	1,00	3,9	3,9	+ 0,2
41.	0,95	5,0	4,8	+ 0,4
42.	0,95	4,6	4,4	- 0,1
43.	1,09	5,5	6,0	+ 0,5
44.	0,97	3,4	3,3	+ 1,2
45.	0,92	4,6	4,2	+ 0,3
46.	0,98	4,3	4,2	- 2,0
47.	0,98	4,7	4,6	+ 0,3
48.	0,97	4,2	4,1	0,0
49.	0,94	5,2	4,9	+ 1,5
50.	0,78	4,6	3,6	+ 1,1
51.	0,80	4,7	3,8	0,0
52.	0,89	6,1	5,4	- 1,3
53.	0,89	4,9	4,4	+ 1,1
54.	0,87	4,7	4,1	+ 0,6
55.	0,78	3,6	2,8	- 1,2
56.	0,72	4,0	2,9	- 0,2
57.	0,77	4,6	3,5	- 1,4
58.	0,62	2,9	1,8	+ 0,6
59.	0,65	2,5	1,6	- 1,2
60.	0,72	4,9	3,5	- 0,1
61.	0,63	4,3	2,7	- 0,5
62.	1,76	13,6	24,0	- 4,0
63.	1,11	5,1	5,7	0,0
64.	0,86	4,9	4,2	- 1,5
65.	1,04	5,1	5,3	+ 0,1
66.	0,75	3,8	2,8	- 0,1
67.	0,78	3,7	2,9	+ 0,7
68.	2,00	10,2	20,2	- 0,7
69.	0,78	5,1	4,0	+ 2,6
70.	1,14	3,5	4,0	- 0,6
71.	0,85	4,7	4,0	- 0,4
72.	0,76	4,1	3,1	0,0
73.	1,34	4,6	6,2	- 0,4
74.	1,29	6,5	8,4	+ 0,4
75.	1,01	3,7	3,7	- 0,6
76.	1,01	5,5	5,6	+ 3,0
77.	0,81	3,9	3,2	+ 0,1


77 Knaben
1. Schulterblatt — Falte
2. Oberschenkel — Falte
3. Bauch — Falte
σ = 1,5 kg
kg Fett (Kalium)
kg Fett (Hautfalten)
0
10
20
30
10
20
30

Gruppe A Mädchen

Tabelle 4

G. = Körpergewicht
H. = Körperhöhe
1.-9. = Hautfaltendicke
K = Gesamtkalium

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	9. mm	K g
78.	63,1	156	9,5	28,0	15,8	12,8	26,8	16,0	24,3	49,5	7,8	91,5
79.	55,1	159	9,0	25,0	19,5	7,5	14,8	11,0	20,5	32,0	5,8	88,8
80.	62,0	162	8,5	26,5	10,0	9,0	18,0	16,5	20,0	30,5	8,3	95,8
81.	60,3	159	9,5	24,5	16,0	10,0	13,0	10,5	22,5	29,0	6,3	106,7
82.	61,2	163	13,0	23,8	14,3	13,0	15,5	12,0	18,8	31,0	6,8	97,6
83.	59,4	161	12,0	18,5	18,5	10,8	17,8	12,5	19,3	33,5	6,3	96,6
84.	49,2	154	9,3	20,0	12,8	8,8	14,3	11,3	17,0	31,5	6,0	84,1
85.	63,1	168	6,0	23,5	8,5	6,8	15,0	10,0	15,3	31,0	6,0	105,7
86.	63,1	159	12,5	30,8	19,0	9,5	26,5	16,5	25,5	36,5	6,0	90,4
87.	61,0	166	8,8	26,5	15,5	11,0	27,0	16,3	24,5	40,0	10,0	94,6
88.	59,2	156	17,8	36,5	22,0	11,0	23,5	20,5	24,5	49,5	7,5	85,1
89.	55,9	159	15,0	29,5	17,8	14,0	23,3	11,8	28,0	37,5	4,8	82,8
90.	59,2	157	11,3	25,8	11,8	11,5	18,3	10,8	21,5	31,5	8,8	99,6
91.	45,6	165	7,5	15,5	8,0	7,3	7,5	6,8	10,3	26,5	6,0	77,1
92.	50,1	160	5,0	14,5	11,8	6,5	10,8	9,3	12,3	25,5	6,5	86,5
93.	43,3	157	10,0	15,5	8,0	9,0	9,5	6,8	10,8	26,5	5,0	76,0
94.	51,1	154	14,0	23,8	14,8	12,3	18,3	12,0	20,5	36,5	7,3	79,2
95.	58,3	166	9,5	22,5	12,3	11,3	20,5	11,8	22,0	33,5	6,0	104,7
96.	55,5	154	11,5	26,5	17,5	11,8	31,0	15,5	29,5	35,5	7,8	85,1
97.	50,5	153	11,8	20,0	15,0	10,8	28,0	14,0	31,5	23,5	8,0	78,3
98.	57,6	160	10,3	24,8	14,8	14,0	20,0	9,5	20,0	43,5	8,5	91,1
99.	42,2	154	6,3	18,5	8,5	9,3	21,0	7,3	12,3	25,0	5,5	74,5

Fortsetzung Tabelle 4

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	9. mm	K g
100.	52,3	152	7,8	20,8	21,5	12,0	19,5	14,0	28,0	29,5	10,5	81,5
101.	43,0	156	7,0	16,8	7,5	14,8	15,8	6,8	15,0	22,5	5,0	78,3
102.	43,5	154	7,8	14,5	8,0	8,3	16,8	12,0	12,0	25,0	5,5	71,1
103.	39,1	147	7,3	14,8	7,8	8,3	11,5	6,5	11,8	20,0	4,5	75,8
104.	40,3	149	8,5	17,5	11,0	7,5	12,8	8,0	16,8	25,0	4,0	72,4
105.	40,3	144	8,5	18,5	10,5	8,8	11,5	11,5	16,5	27,3	11,3	70,6
106.	36,3	145	7,3	17,5	9,3	10,5	12,0	7,3	9,0	22,8	4,0	61,2
107.	42,8	148	10,0	21,3	8,3	9,0	18,0	8,5	23,5	26,0	6,8	73,7
108.	39,1	156	6,3	13,0	7,5	8,0	13,0	6,3	15,5	16,3	4,3	66,5
109.	35,6	147	7,0	23,8	7,5	7,5	13,8	6,5	13,0	27,0	7,0	54,6
110.	42,6	154	8,5	17,0	8,3	9,3	20,5	7,5	10,3	18,5	9,5	84,2
111.	36,9	147	6,0	11,0	5,0	4,3	8,0	5,0	5,3	16,3	7,0	77,1
112.	40,8	149	5,3	15,3	11,8	6,8	16,0	9,3	17,8	29,0	7,8	66,3
113.	31,0	138	6,8	10,0	6,3	7,3	5,3	4,5	8,0	15,0	5,0	55,0
114.	35,4	142	9,8	16,0	10,0	11,8	10,5	6,3	12,0	23,0	5,5	63,4
115.	26,8	133	8,5	16,0	5,3	9,3	9,0	4,0	8,0	27,5	7,8	43,7
116.	25,4	133	5,0	10,3	6,0	7,3	10,3	6,0	9,3	18,5	5,5	52,9
117.	39,9	147	6,3	14,8	5,8	6,0	12,3	6,3	8,8	26,5	6,3	56,3
118.	24,2	123	4,5	14,0	5,0	4,3	6,3	4,5	3,5	16,5	4,0	44,6
119.	27,4	128	6,3	14,3	6,3	7,8	7,8	4,8	6,8	22,0	9,0	50,8
120.	26,6	123	8,8	20,2	7,5	10,8	15,5	5,5	10,5	30,0	9,8	47,1
121.	20,6	117	6,0	10,8	5,8	7,5	7,8	5,5	6,5	18,5	6,0	37,4
122.	23,6	119	6,0	13,8	6,0	7,8	11,0	4,5	6,8	19,5	6,0	46,0
123.	17,9	108	5,8	10,0	5,8	7,0	8,3	4,5	5,5	24,0	6,3	32,5
124.	19,5	118	4,8	10,5	4,8	4,3	3,8	3,3	4,8	12,5	4,5	43,3
125.	22,9	121	9,8	15,0	5,5	6,3	7,0	4,8	5,3	21,5	5,3	42,7

Fortsetzung Tabelle 4

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	9. mm	K g
126.	16,7	108	7,0	12,8	6,0	6,8	9,8	5,8	7,3	18,8	5,8	31,0
127.	17,4	107	8,5	15,0	6,3	6,8	6,8	5,5	6,8	24,5	5,8	33,3
128.	17,8	109	6,5	12,3	4,8	6,8	4,8	4,0	5,3	16,5	6,3	37,9
129.	21,5	114	8,5	14,8	5,0	7,0	7,8	4,8	8,3	17,5	5,3	44,1
130.	22,1	113	7,3	16,3	5,5	7,8	7,0	4,5	7,8	23,5	7,5	37,9
131.	18,4	109	7,5	13,5	5,3	7,8	7,3	4,5	4,0	18,5	5,5	33,0
132.	18,8	116	6,5	10,0	4,8	4,5	11,0	4,0	3,8	21,5	5,3	33,8
133.	18,5	106	6,3	11,0	5,0	7,5	9,0	3,8	7,0	14,3	6,0	37,8
134.	16,7	106	3,5	7,0	4,8	5,5	6,8	3,8	3,8	9,3	4,0	29,1
135.	67,2	176	16,0	25,3	12,3	11,3	11,3	14,8	23,0	27,5	6,8	104,4
136.	78,9	171	15,0	28,5	17,0	13,5	36,0	26,5	48,5	36,0	5,0	123,8
137.	59,6	159	6,5	19,3	10,8	10,8	22,3	9,5	19,5	39,0	6,5	88,3
138.	48,0	156	8,0	16,0	10,5	10,0	19,0	10,5	18,8	28,5	5,8	91,1
139.	34,6	138	5,3	11,3	5,3	6,8	6,8	3,8	5,3	22,0	6,3	62,5
140.	23,7	124	5,5	14,3	5,8	6,5	11,5	5,3	5,8	16,0	6,3	47,1
141.	23,6	121	7,3	16,0	5,8	10,8	19,0	8,0	13,8	23,0	5,5	43,0
142.	71,2	154	16,0	38,0	33,5	14,5	31,5	34,5	45,5	55,5	8,8	84,3
143.	22,2	12	8,5	13,5	8,3	7,3	7,5	5,5	9,3	21,5	5,0	43,8
144.	19,5	119	4,8	8,3	5,8	6,0	10,8	5,0	10,8	19,8	4,3	41,2
145.	49,7	152	9,8	18,8	9,3	19,3	17,5	8,8	17,8	32,5	4,5	83,2
146.	59,4	161	9,3	25,5	8,0	9,0	25,5	16,0	30,0	37,5	6,3	76,1
147.	52,2	129	8,8	9,0	6,0	7,8	9,5	6,5	10,5	21,5	4,3	76,5
148.	62,1	164	11,0	22,8	17,5	13,0	18,0	12,5	26,5	41,0	5,5	69,4
149.	62,4	162	9,3	20,5	11,5	9,0	13,8	9,0	25,0	29,0	5,0	105,4
150.	67,1	165	15,8	31,5	15,0	13,0	29,5	25,5	32,5	47,5	7,0	96,3
151.	39,2	156	4,8	14,3	7,3	7,3	10,0	6,0	10,0	19,0	4,0	71,8

Fortsetzung Tabelle 4

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	9. mm	K mm
152.	39,9	147	6,3	14,8	5,8	6,0	12,3	6,3	8,8	26,5	6,3	63,5
153.	28,4	138	7,3	14,5	6,8	9,8	9,8	4,8	7,8	25 5	6,8	50,3
154.	23,1	121	6,0	15,5	7,3	9,3	8,5	4,5	7,8	23,0	7,3	42,7
155.	52,4	149	5,8	25,0	17,5	12.3	18,3	17,0	21,5	32,5	6,3	84,2
156.	54,9	154	9,5	26,8	20,5	11,5	29,0	16,5	30,5	39,5	8,0	80,2
157.	49,9	155	9,8	21,0	9,5	21,0	19,5	9,8	17,8	39,0	7,0	74,8
158.	54.0	155	8,8	34,5	18,0	13,5	20,5	12,0	30,0	45,5	6,0	83,2
159	50,3	154	10,8	27,3	19,3	13,3	21,0	11,5	26,5	41,5	7,5	85,5
160	42,2	150	7,8	17,9	7,5	8,3	12,9	10,3	16.5	24,8	4,8	70,0
161.	35,8	141	6,8	14,1	10,5	7,0	23,5	10,3	21,3	21,0	7,0	62 1
162.	29,7	119	10,5	17,5	9,3	8,5	17,0	7,5	11,5	26,5	5,0	41 5
163.	24 9	116	10,5	17,3	13,5	1,8	17,8	2,9	14,5	27,5	7,8	40,8

Gruppe A: Mädchen

Tabelle 5

Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	Depotfett$_K$
	gÄq	kg	kg	kg
78.	2,35	25,4	37,8	25,3
79.	2,28	24,6	36,5	18,6
80.	2,46	26,6	39,3	22,7
81.	2,73	29,5	42,3	18,0
82.	2,50	27,0	39,7	21,5
83.	2,46	26,8	39,3	20,0
84.	2,15	23,3	34,4	14,8
85.	2,71	29,3	42,6	20,5
86.	2,31	25,0	37,5	25,6
87.	2,43	26,2	38,9	22,1
88.	2,18	23,6	35,6	23,6
89.	2,12	22,9	34,9	21,0
90.	2,55	27,6	39,0	20,2
91.	1,98	21,4	32,4	13,2
92.	2,22	23,9	35,4	14,7
93.	1,95	21,0	31,5	11,8
94.	2,02	21,9	33,0	18,1
95.	2,70	29,3	42,1	16,2
96.	2,18	23,8	35,4	20,1
97.	2,00	21,7	32,8	17,7
98.	2,34	25,3	37,4	20,2
99.	1,91	20,6	31,9	10,3
100.	2,09	22,6	33,8	18,5
101.	2,00	21,7	32,3	10,7
102.	1,82	19,7	30,0	13,5
103.	1,94	21,0	30,8	8,3
104.	1,85	20,1	30,0	10,3
105.	1,81	19,6	29,3	11,0
106.	1,57	16,9	26,0	10,3
107.	1,89	20,2	30,2	12,6
108.	1,70	18,4	28,3	10,8
109.	1,39	15,1	23,0	12,6
110.	2,16	23,4	34,6	8,6
111.	1,82	19,7	29,2	7,7
112.	1,69	18,3	28,0	12,8

Fortsetzung Tabelle 5

Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	$Depotfett_K$
	gÄq	kg	kg	kg
113.	1,42	15,3	23,5	7,5
114.	1,62	17,5	26,5	8,9
115.	1,12	12,1	19,4	7,4
116.	1,35	14,6	22,0	3,4
117.	1,14	12,4	19,1	5,1
118.	1,30	14,0	21,3	6,1
119.	1,20	13,1	20,1	6,5
120.	0,96	10,3	16,4	4,2
121.	1,17	12,7	18,3	5,3
122.	0,77	8,3	13,8	4,1
123.	1,02	11,1	17,1	2,4
124.	1,09	11,8	18,3	4,6
125.	0,79	8,6	13,8	2,9
126.	0,85	9,2	14,4	3,0
127.	0,97	10,5	16,0	1,8
128.	1,13	12,2	18,4	3,1
129.	0,97	10,5	16,5	5,6
130.	0,84	9,1	13,9	4,5
131.	0,86	9,4	14,9	3,9
132.	0,96	10,4	15,8	2,7
133.	0,74	8,1	13,1	3,6
134.	2,67	28,9	42,8	24,4
135.	3,16	34,2	49,1	28,8
136.	2,26	24,4	33,9	25,7
137.	2,34	25,2	36,5	11,5
138.	1,60	17,3	26,0	8,0
139.	1,21	13,1	19,9	3,8
140.	1,10	11,9	18,5	5,1
141.	2,16	23,3	36,0	35,0
142.	1,12	12,1	18,6	3,6
143.	1,05	11,4	17,7	1,8
144.	2,13	23,0	34,0	15,7
145.	1,95	21,0	32,9	26,5
146.	1,95	21,0	31,0	21,2
147.	2,28	23,7	36,2	25,9
148.	2,70	29,2	42,2	20,2
149.	2,46	26,6	39,8	27,3
150.	1,84	19,9	30,0	9,2

Fortsetzung Tabelle 5

Nr.	Gesamtkalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	Depot-fett$_K$
	gÄq	kg	kg	kg
151.	1,62	17,6	27,2	12,7
152.	1,29	13,9	21,7	6,7
153.	1,09	11,8	18,3	4,8
154.	2,16	23,2	33,4	19,0
155.	2,05	22,2	33,6	21,3
156.	1,91	20,7	31,6	18,3
157.	2,13	23,0	34,5	19,5
158.	1,68	18,1	28,2	22,1
159.	1,79	19,4	29,4	12,8
160.	1,59	17,2	26,1	9,7
161.	1,06	11,5	18,6	11,1
162.	1,04	11,3	17,7	7,2

Tabelle 6

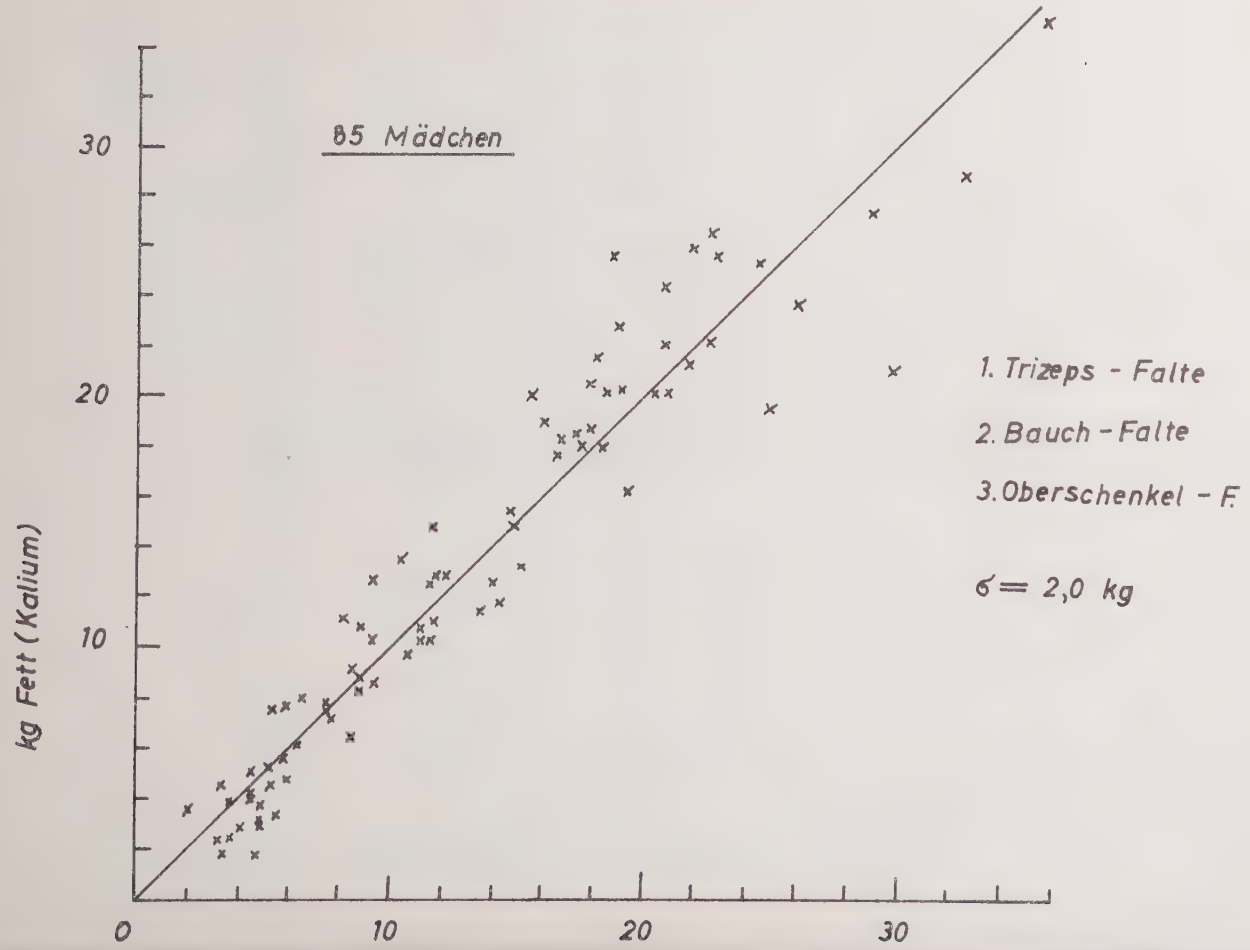
Nr.	Oberfläche m^2	Fett / Oberfläche kg/m^2	Depotfett$_H$ kg	Fett$_K$ - Fett$_H$ kg
78.	1,63	15,1	24,6	- 0,7
79.	1,55	11,6	18,0	- 0,6
80.	1,65	11,5	19,0	- 3,7
81.	1,61	11,4	18,4	+ 0,4
82.	1,65	11,0	18,2	- 3,2
83.	1,62	9,6	15,6	- 4,4
84.	1,45	10,2	14,8	-+0,0
85.	1,72	10,4	17,9	- 2,6
86.	1,65	13,9	22,9	- 2,7
87.	1,67	13,6	22,7	+ 0,6
88.	1,58	16,5	26,1	+ 2,5
89.	1,60	18,2	29,1	+ 7,1
90.	1,59	12,0	19,1	- 1,1
91.	1,47	10,3	15,2	+ 2,0
92.	1,50	7,8	11,7	- 3,0
93.	1,39	10,3	14,3	+ 2,5
94.	1,47	12,0	17,6	- 0,5
95.	1,64	11,7	19,2	+ 3,0
96.	1,52	13,8	21,0	+ 0,9
97.	1,46	11,4	16,7	- 1,0
98.	1,58	13,1	20,4	+ 0,2
99.	1,36	8,3	11,3	+ 1,0
00.	1,47	11,3	17,4	- 1,1
101.	1,38	8,1	11,2	+ 0,5
02.	1,37	7,6	10,4	- 3,1
03.	1,27	6,9	8,8	+ 0,5
104.	1,30	8,8	11,5	+ 1,2
105.	1,27	9,2	11,7	+ 0,7
06.	1,22	7,4	9,3	- 1,0
107.	1,32	10,7	14,1	+ 1,5
108.	1,33	6,7	8,9	- 1,9
109.	1,22	9,5	11,6	- 1,0
0.	1,36	6,9	9,4	+ 0,8
1.	1,24	4,8	5,0	- 1,7
12.	1,30	9,3	12,1	- 0,7
3.	1,10	4,9	5,4	- 2,1
14.	1,19	7,5	8,9	0,0
15.	1,00	7,6	7,6	+ 0,2
6.	0,98	5,6	5,5	+ 2.

Fortsetzung Tabelle 6

Nr.	Oberfläche m^2	Fett / Oberfläche kg/m^2	Depotfett$_H$ kg	Fett$_K$ - Fett$_H$ kg
117.	0,91	5,1	4,6	- 0,5
118.	0,98	6,3	6,2	+ 0,1
119.	0,94	9,0	8,5	+ 2,0
120.	0,82	5,3	4,3	+ 0,1
121.	0,88	6,0	5,3	0,7
122.	0,78	5,8	4,5	+ 0,4
123.	0,80	4,1	3,3	+ 0,9
124.	0,88	6,1	5,4	+ 0,8
125.	0,71	5,8	4,1	+ 1,2
126.	0,71	6,9	4,9	+ 1,9
127.	0,73	5,1	3,7	+ 1,9
128.	0,82	6,0	4,9	+ 1,8
129.	0,81	7,1	5,8	+ 0,2
130.	0,65	5,2	3,4	- 1,1
131.	0,75	5,1	3,8	- 0,1
132.	0,73	4,9	3,6	+ 0,9
133.	0,70	3,0	2,1	- 1,5
134.	1,82	11,5	20,9	- 3,5
135.	1,90	17,2	32,7	+ 3,9
136.	1,61	11,6	18,8	- 6,9
137.	1,45	9,4	13,6	+ 2,1
138.	1,15	5,7	6,6	- 1,4
139.	0,91	5,3	4,8	+ 1,0
140.	0,89	7,7	6,9	+ 1,8
141.	1,70	21,0	36,0	+ 1,0
142.	0,87	6,3	5,5	+ 1,9
143.	0,81	5,8	4,7	+ 2,9
144.	1,44	10,2	14,7	- 1,0
145.	1,62	14,0	22,7	- 3,8
146.	1,31	7,4	9,7	- 1,5
147.	1,67	13,2	22,0	- 3,9
148.	1,66	11,2	18,6	- 1,6
149.	1,74	16,4	29,1	+ 1,8
150.	1,34	6,4	8,6	- 0,6
151.	1,28	7,3	9,4	- 3,3
152.	1,06	7,1	7,5	+ 0,8
153.	0,88	6,8	6,0	- 1,2

Fortsetzung Tabelle 6

Nr.	Oberfläche m^2	Fett / Oberfläche kg/m^2	Depotfett$_H$ kg	Fett$_K$ - Fett$_H$ kg
154.	1,45	11,1	16,1	- 2,9
155.	1,52	14,4	21,9	+ 0,6
156.	1,46	11,5	16,8	- 1,5
157.	1,51	16,5	25,0	+ 5,5
158.	1,46	14,3	20,9	- 1,2
159.	1,33	8,9	11,8	- 1,0
160.	1,19	9,0	10,7	+ 1,0
161.	0,97	8,2	8,2	- 2,9
162.	0,88	8,8	7,7	- 0,5


85 Mädchen
kg Fett (Kalium)
30
20
10
0
10
20
30
1. Trizeps - Falte
2. Bauch - Falte
3. Oberschenkel - F.
σ = 2,0 kg

Gruppe B

Tabelle 7

Körpergewicht (G), Körperhöhe (H), Dicke von acht Hautfalten (1. - 8.) und Gesamtkalium (K).

Knaben:

Nr.	G. kg	H. cm	1. mm	2. mm	3. mm	4. mm	5. mm	6. mm	7. mm	8. mm	K g
163.	70,3	173	7,0	15,0	10,5	8,5	10,8	13,8	15,3	7,0	133,7
164.	28,2	131	5,8	10,3	8,0	7,3	8,0	6,5	7,0	6,5	56,8
165.	34,0	133	7,8	17,0	7,5	10,0	11,5	8,8	7,8	6,8	64,5
166.	32,0	138	4,5	8,5	5,8	4,3	6,8	5,0	5,5	5,0	67,9
167.	32,9	140	5,0	13,8	6,5	10,3	11,0	7,8	9,8	5,3	65,4

Mädchen:

168.	49,1	152	10,0	20,5	9,0	14,0	15,0	10,0	17,0	7,0	89,2
169.	33,0	126	11,0	17,8	8,0	12,5	13,5	7,8	9,0	10,5	55,1
170.	35,5	140	9,5	17,0	6,3	14,0	6,5	6,8	9,5	6,0	63,8
171.	50,6	156	12,5	23,8	10,0	10,0	13,0	7,8	17,3	7,3	92,4
172.	27,2	119	8,5	15,5	6,5	8,5	10,0	6,3	10,5	9,0	47,7
173.	37,6	143	10,3	18,8	14,8	9,3	13,8	9,3	16,3	8,3	60,6

Tabelle 8

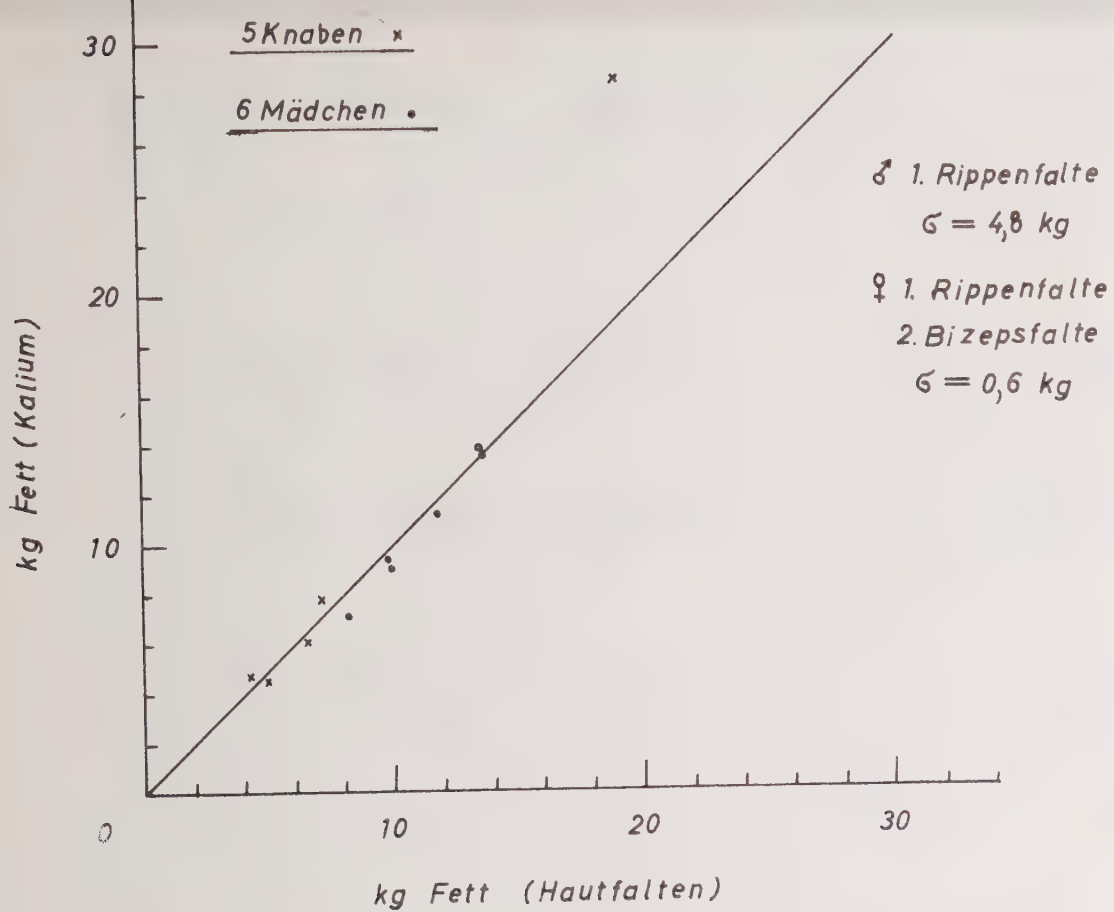
Knaben:

Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	$Depotfett_K$
	gÄq	kg	kg	kg
163.	3,50	37,0	41,8	28,5
164.	1,45	15,7	23,5	4,7
165.	1,65	17,7	26,2	7,8
166.	1,74	18,7	27,3	4,7$
167.	1,67	18,1	26,8	6,1
Mädchen:				
168.	2,28	24,8	35,5	13,6
169.	1,41	15,3	23,6	99,4
170.	1,63	17,6	26,5	9,0
171.	2,36	25,5	37,1	13,5
172.	1,22	13,2	20,1	7,1
173.	1,54	16,7	25,8	11,8

Tabelle 9

Knaben:

Nr.	Ober-fläche	Fett Oberfläche	$Depotfett_H$	$Fett_K$-$Fett_H$
	m^2	kg/m^2	kg	kg
163.	1,84	10,3	19,0	- 9,5
164.	1,02	4,8	4,9	+ 0,2
165.	1,11	6,4	7,1	- 0,7
166.	1,11	3,7	4,2	- 0,5
167.	1,14	5,7	6,5	+ 0,4
Mädchen:				
168.	1,43	9,5	13,6	0,0
169.	1,12	8,7	9,8	+ 0,4
170.	1,18	7,5	8,9	- 0,1
171.	1,48	9,3	13,8	+ 0,3
172.	0,93	8,8	8,2	+ 1,1
173.	1,22	9,2	11,2	- 0,6


5 Knaben ×
6 Mädchen •
♂ 1. Rippenfalte
σ = 4,8 kg
♀ 1. Rippenfalte
2. Bizepsfalte
σ = 0,6 kg
kg Fett (Kalium)
kg Fett (Hautfalten)
0
10
20
30
10
20
30

Gruppe C

Tabelle 10

Körpergewicht (G), Körperhöhe (H), Dicke von sechs Hautfalten (1. - 6.) und Gesamtkalium (K).

Mädchen:

Nr.	G	H	1.	2.	3.	4.	5.	6.	K
	kg	cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	g
174.	53,1	159	7,3	21,5	12,5	19,0	32,5	7,0	91,9
175.	27,4	128	11,3	18,5	10,0	8,5	13,0	7,5	51,9
176.	49,6	150	11,3	22,0	15,0	15,8	28,0	9,8	63,6
177.	35,8	130	12,5	26,0	27,5	19,5	29,0	6,0	57,8
178.	69,4	154	16,5	38,0	30,0	28,5	49,0	10,0	95,4
179.	58,2	154	17,0	30,0	23,5	27,0	44,5	8,5	89,7
180.	48,3	150	11,3	28,0	22,8	19,5	29,3	5,0	77,8
181.	48,3	154	12,0	16,3	20,5	17,5	37,5	5,3	79,4

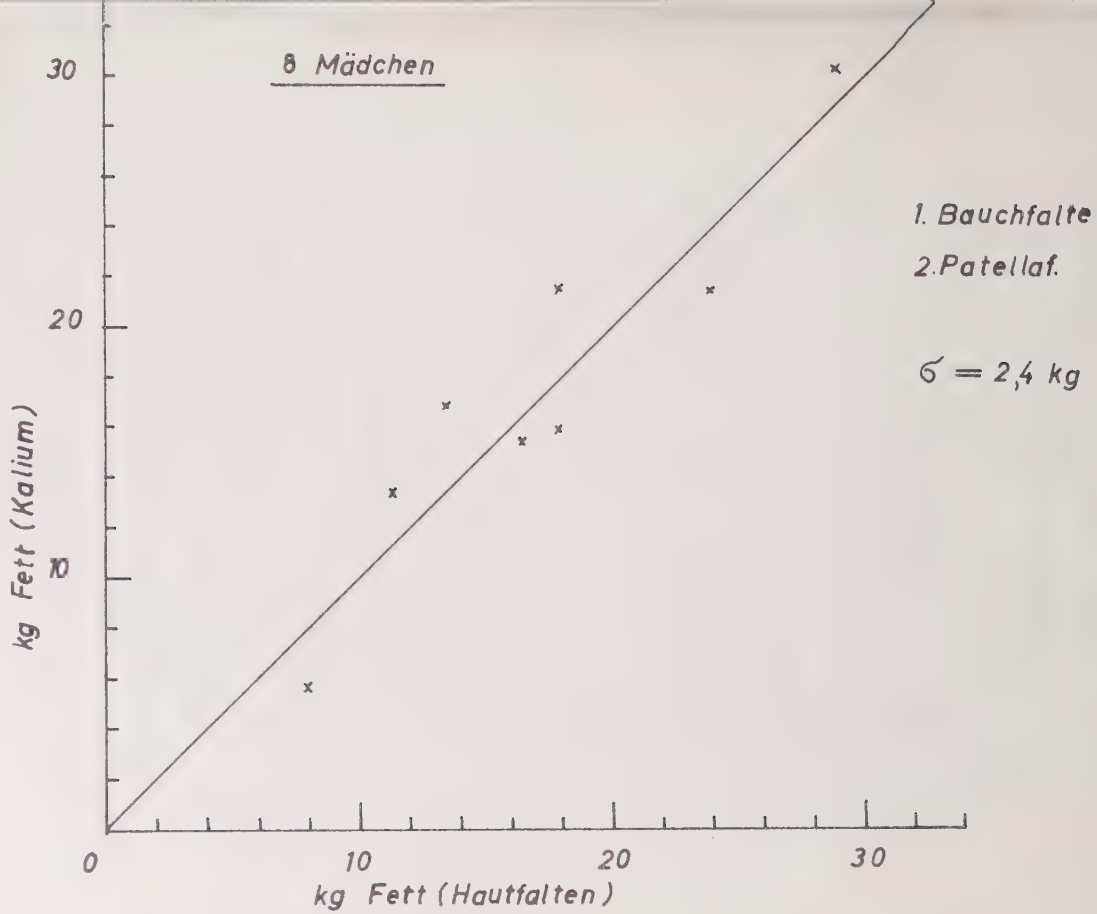
Gruppe C

Tabelle 11

Nr.	Gesamt-kalium	Zell-masse	fettfreie Körpermasse	$Depotfett_K$
	gÄq	kg	kg	kg
174.	2,34	25,4	37,2	15,9
175.	1,30	14,3	21,8	5,6
176.	1,63	17,6	28,1	21,5
177.	1,48	16,0	24,4	11,4
178.	2,44	26,4	39,2	30,2
179.	2,30	24,8	36,8	21,4
180.	1,93	20,8	21,5	16,8
181.	2,03	22,0	32,9	15,4

Tabelle 12

Nr.	Ober-fläche	$\frac{Fett}{Oberfläche}$	$Depotfett_H$	$Fett_K - Fett_H$
	m^2	kg/m^2	kg	kg
174.	1,53	11,6	17,8	+ 1,6
175.	1,01	7,8	7,9	+ 2,3
176.	1,43	12,5	17,9	- 3,6
177.	1,12.	10,1	11,3	- 0,1
178.	1,68	17,1	28,8	- 1,4
179.	1,56	15,1	23,8	+ 2,4
180.	1,41	9,5	13,4	- 3,4
181.	1,44	11,4	16,4	+ 1,0


8 Mädchen
30
20
10
0
10
20
30
kg Fett (Kalium)
kg Fett (Hautfalten)
1. Bauchfalte
2. Patellaf.
σ = 2,4 kg

IV. Diskussion

Das Depotfett kann mit verschiedenen Methoden bestimmt werden. Einige liefern Absolut- andere nur Vergleichswerte. Außer den beiden in dieser Untersuchung verwendeten Verfahren, werden folgende benutzt:

1. Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Körpers
2. Bestimmung des Gesamtkörperwassers
3. Bestimmung des Verteilungsvolumens fettlöslicher Testsubstanzen
4. Messung der Weichteilschatten auf Röntgenbildern
5. Messung der Dicke des subcutanen Fettgewebes durch Ultraschallwellen.

Derartige Depotfettbestimmungen wurden bisher überwiegend an Erwachsenen durchgeführt (13 - 20). Untersuchungen von EDWARDS (21), FORBES et. al. (22), YOUNG (23) und MYHRE (24) zeigen deutliche Unterschiede der Fettmenge zwischen Männern und Frauen sowie eine zusätzliche Altersabhängigkeit.

Die Prinzipien der einzelnen Methoden seien kurz dargestellt:

1. Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Körpers

Die Grundlage dieser Methode ist das unterschiedliche spezifische Gewicht von Fettgewebe und fettfreier Körpermasse (BEHNKE 1).

Das Fettgewebe hat ein spezifisches Gewicht (D) von 0,90 die fettfreie Körpermasse dagegen von 1,10. Mit diesen beiden bekannten Größen leitete BROZEK (26) folgende Gleichung her:

$$F = \frac{4.971}{D} - 4.519$$

Bekanntlich ist das spezifische Gewicht das Verhältnis aus Gewicht und Volumen. Das Körpervolumen erhält man nach dem Archimedischen Prinzip aus der Differenz Gewicht in Luft und Gewicht in Wasser. Die Gewichtsbestimmung im Wasser wird bei maximaler Expiration vorgenommen. Von diesem Wert muß das Residualvolumen abgezogen werden. Die recht umständliche Methode verlangt eine gute Mitarbeit der Versuchsperson. Allein aus diesem Grund ist sie bei kleinen Kindern oder gar Säuglingen nicht durchführbar. Außerdem ändert die fettfreie Körpermasse ihr spezifisches Gewicht während des Wachstums.

2. Bestimmung des Gesamtkörperwassers

Die Methode beruht auf der Annahme eines konstanten Wassergehaltes der fettfreien Körpermasse, der bei Erwachsenen 72% beträgt. Die Gesamtwassermenge muß daher durch 0,72 dividiert werden um die fettfreie Körpermasse zu erhalten. Nach dem Verdünnungsprinzip (Dilutionsprinzip) läßt sich das Gesamtwasser bestimmen. Einer unbekannten Flüssigkeitsmenge wird

eine definierte Menge einer Testsubstanz zugesetzt. Aus der entstehenden Konzentration kann diese unbekannte Flüssigkeitsmenge nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\text{Verteilungsvolumen} = \frac{\text{Menge der Testsubstanz}}{\text{Konzentration der Testsubstanz}}$$

Im lebenden Organismus ist ihre Inaktivierung und Ausscheidung zu berücksichtigen. Als Testsubstanzen werden Antipyrin, Deuteriumoxyd oder Tritiumoxyd verwendet. Während des Wachstums ändert sich der Wassergehalt der fettfreien Körpermasse und somit kann diese Methode ebenfalls bei Kindern nicht benutzt werden zur Bestimmung von Absolutwerten für das Depotfett. Nach Untersuchungen von HEALD und MITARB. (27) ist bei Knaben der Wert von 72% mit 16 Jahren erreicht.

3. Bestimmung des Verteilungsvolumens fettlöslicher Testsubstanzen

Durch die Dilutionsmethode wird hier direkt die Fettmenge bestimmt. Man verwendet Cyclopropan, das 34 x besser im Fettgewebe als in der fettfreien Körpermasse löslich ist. Es wird aus einem geschlossenen System eingeatmet. Dieses Verfahren kann auch dort benutzt werden, wo die Berechnung

des Depotfettes mittels Gesamtwasserbestimmung versagt z. B. bei abnormer Hydratation. Andererseits ist es technisch schwierig und zeitraubend und bleibt deshalb Laboratoriumszwecken vorbehalten.

4. Messung der Weichteilschatten auf Röntgenbildern

Auf Röntgenbildern ist der Schatten von Haut plus subcutanem Gewebe von der darunterliegenden Muskulatur abgrenzbar. Unter standartisierten Bedingungen ist die Dicke dieser beiden Schichten genau meßbar und liefert so vergleichbare Werte. An Hand der Aufnahmen ist die Messung stets nachprüfbar. Zur Bestimmung des Fettdepots sollten wegen der Strahlenbelastung diese nicht so oft wiederholt werden.

5. Messung der Dicke von Haut und Unterhautfettgewebe durch Ultraschallwellen

Ultraschallwellen werden seit Jahren in der Technik zur Prüfung von Materialfehlern verwand. 1963 benutzten PAERISCH und PAERISCH (28) als Erste diese Methode zur Messung des subcutanen Fettgewebes am Menschen. Die Ultraschallwellen werden an der Grenzfläche von Medien verschiedener Dichte teilweise reflektiert, so auch beim Übergang von Fettgewebe zur Muskulatur. Die reflektierte Welle wird über einen Empfänger, Verstärker und andere technische Hilfsmittel auf einem Bild-

schirm sichtbar gemacht. Nach entsprechender Eichung können die verschiedenen Schichtdicken abgelesen oder fotographisch festgehalten werden. Ist ein Untersucher mit dieser Methode vertraut, liefert sie genaue Ergebnisse. BULLEN und MITARB. (19) benutzten für ihre Messungen ein echoenzephalographisches Gerät, das nach der gleichen Methode arbeitet. Leider sind diese Geräte noch recht teuer und unhandlich.

An Kindern wurden Vergleiche der Fettmenge an Hand des Wassergehaltes von NOVAK (29) angestellt. Gleichartige Untersuchungen mit dem spezifischen Gewicht des Körpers führten PARIZKOVA (30) und SELTZER und MITARB. (31) durch. Die Dicke des Weichteilschattens auf Röntgenbildern wurde für Kinder von mehreren Autoren gemessen. (32 - 36). Das Ultraschallverfahren und die Dilutionsmethode mit Cyclopropan wurden bisher noch nicht bei Kindern angewendet.

ANDERSON und LANGHAM (37) bestimmten 1959 als Erste für ein großes Kollektiv den Kaliumgehalt durch ^{40}K - Radioaktivität und zeigten die altersabhängigen Veränderungen in der Gesamtkaliummenge. Es wurden 1500 Personen im Alter von 1 - 79 Jahren untersucht. FORBES und MITARB. (22) wiesen daraufhin, wie geeignet die ^{40}K Messung zur Bestimmung des Fettgehaltes [illegible] der Annahme, daß die fettfreie Körpermasse einen

konstanten Kaliumgehalt von 68,1 mÄq/kg habe (38), berechneten sie die Fettwerte für 42 männliche (11 - 44 Jahre) und 8 weibliche (7 - 23 Jahre) Versuchspersonen. Die Anzahl der Kinder ist nicht angegeben. Hautfaltenmessungen an 6 Körperstellen wurden gleichzeitig durchgeführt. Für den Fettgehalt und die durchschnittliche Hautfaltendicke wurde der Korrelationskoeffizient mit 0,80 für die Männer berechnet. Für Erwachsene liefert diese Berechnung gute Werte. Da sich der Kaliumgehalt pro kg fettfreier Körpermasse während des Wachstums ändert, wird für Kinder die fettfreie Körpermasse besser über die Zellmasse berechnet.

Hautfaltenmessungen an Kindern wurden mehrfach vorgenommen (12, 34, 39 - 43). Einige Autoren stellten die Ergebnisse der Hautfaltenmessung anderen Methoden der Fettbestimmung gegenüber. NOVAK (29) zeigte, daß ein hoher Gesamtwassergehalt, der der fettfreien Körpermasse proportional ist, einer geringen Hautfaltendicke entspricht. PARIZKOVA (30) fand einen hohen Korrelationskoeffizienten zwischen spezifischem Gewicht und Hautfaltendicke.

Der hier durchgeführte Vergleich der wahren Werte für die Depotfettmenge, einmal errechnet aus dem Kaliumgehalt, zum

anderen über die Hautfaltenmessung ergibt eine gute Übereinstimmung der Werte. Entscheidend ist die Wahl der Meßstellen. In der Literatur werden als besonders günstig die Tricepsfalte (30, 44, 27, 20, 43, 10), die Scapulafalte (44, 43, 10), die Abdominalfalte (23, 16), die Oberschenkelfalte (29), und die Bizepsfalte (20) genannt. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stimmen weitgehend mit diesen Angaben überein. Der Grund für die relativ seltenen Angaben der Oberschenkelfalte und insbesondere der Abdominalfalte, die hier für drei Gruppen repräsentativ gewesen war, dürfte darin liegen, daß seit 1956 (10) die meisten Autoren nur noch die Triceps- und Scapulafalte verwenden. Für diese Falten sind von TANNER und WHITEHOUSE (44) nach Messung von 2500 Kindern Normalwerte aufgestellt worden. Die seltene Messung der Oberschenkelfalte bei Erwachsenen ist allerdings berechtigt, da an dieser Stelle auch bei adipösen Kindern oft keine echte Falte zu bilden ist.

Um eine richtige Beurteilung des Depotfettes vorzunehmen, sollten stets mindestens zwei verschiedene Falten gemessen werden; davon eine am Stamm und eine an der Extremität. Bei Knaben der Gruppe B wurde die Berechnung nur mit einer Falte ausgeführt; darauf wird die schlechte Übereinstimmung der Werte zurückzuführen sein.

Nach Angaben von TANNER (9) und eigener Erfahrung sind Falten bis 20 mm gut zu messen. Das bedeutet, daß die Hautfaltenmessung für Kinder ein genaues Verfahren ist, welches nicht nur Vergleiche zwischen verschiedenen Personen gestattet, sondern darüberhinaus bei Längsschnittuntersuchungen (22, 39) ein geeignetes Kriterium für Veränderungen der Körperzusammensetzung darstellt. Das technisch unkomplizierte Gerät mit seiner einfachen Handhabung, ermöglicht in wenigen Minuten eine Bestimmung des Depotfettes. Speziell für den Pädiater dürfte dies von Bedeutung sein, zumal am Patienten keine Eingriffe vorgenommen werden müssen.

V. Zusammenfassung

Bei 82 Knaben (Durchschnittsalter 9,7 Jahre) und 99 Mädchen (Durchschnittsalter 11,8 Jahre) wurden an 9 Körperstellen die Dicke der Hautfalten mit dem "Lange Caliper", einem speziell für solche Zwecke konstruierten Zirkel, gemessen. Durch multiple lineare Regressionsanalysen wurden diejenigen Hautfalten ermittelt, die für den Gesamtfettgehalt repräsentativ sind. Die Absolutwerte des Depotfettes wurden errechnet. Für eine gleichzeitige zweite Depotfettbestimmung derselben Kinder diente der Kaliumgehalt. Die Werte des Gesamtkaliums sind von KONRAD (3) durch Ganzkörpermessung der natürlichen ^{40}Kalium-Radioaktivität ermittelt worden. Ein Vergleich dieser beiden Fettwerte ergab eine gute Übereinstimmung. Somit steht für Kinder in der Hautfaltenmessung ein Verfahren der Depotfettbestimmung zur Verfügung, das Einfachheit und Genauigkeit in sich vereint.

VI. Literaturverzeichnis

1. BEHNKE, A.R., FEEN, B.G., WELHAM, W.C.: The spezific gravity of healthy men YAMA 118, 495,(1942)

2. OBERHAUSEN, E.: Die Altersabhängigkeit des Kalium- und Cäsium-137-Gehaltes des Menschen. Diss. Homburg/Saar 1963

3. KONRAD, K.: Die Beziehungen zwischen Kaliumgehalt und Kreatininausscheidung während des Wachstums. Diss. Homburg/Saar 1968

4. BURMEISTER, W.: Moderne Wege zur Erfassung der Körperzusammensetzung. Med. Wschr. 12, 530 - 533,(1965)

5. BURMEISTER, W.: Potassium-40 content as a basis for the body cell mass in man. Science 148, 1336 - 1337, (1965)

6. BURMEISTER, W.: Der Extrazellulär- (Thiosulfat)Raum im menschlichen Organismus während des Wachstums. Ann. Univ. Saraviensis Med. 9, 167 (1961/62)

7. DUBOIS & DUBOIS Documenta Geigy

8. CRAWFORD, J.D., TERRY, M.E. und ROURKE, G.N.: Nomogramm zur Oberflächenbestimmung. Lehrbuch der Pädiatrie, G. Fanconi und A. Wallgren, Benno Schwabe u. Co. Verlag, Basel/Stuttgart 1961

9. TANNER, J.M.: The meassurement of body fat in man . Proc. Nutr. Soc.18, 148 - 155 (1949)

10. COMMITTEE ON NUTITIONAL ANTHROPOMETRY, OF THE FOOD AND NUTRITION BOARD, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1956 Recommendations concerning body measurements for the characterization of nutritional status. Human Biol. 28,111 - 123

11. BROZEK, J., KIHLBERG, J.K. und TAYLOR, H.L.: und KEYS, A.: Scinfold distributions in middleaged american men a contribution to norms of leanness-fatness. Ann. NY. Acad. Sci. 110, 492 - 502 (1963)

12. JANSEN, A.A.J.: Skinfold measurements from early childhood to adulthood in Papuans from Western New Guineas Ann. NY. Acad. Sci. 110, 515 - 531, (1963)

13. GARN, S.M.: Fat patterning and fat inter-correlations in the adult male. Hum. Biol. 26, 59

14. PASCALE, L.R., GROSMANN, M.J. und SLOANE, H.S.: und FRANKEL, T.: Correlations between thickness of skinfolds and body density in 88 soldiers. Hum. Biol. 28, 165 - 176 (1956)

15. NEWMAN, R.W.: Skinfold measurements in young American males. Hum. Biol. 28, 154 - 164 (1956)

16. BROZEK, J., MORI, H.: Some interrelations between somatic, roentgeographic and densitometric criteria of fatness. Hum. Biol. 30, 322, (1958)

17. LESSER, G.T. et al Measurements of total body fat in man by the simultaneous absorption of two inert gases. Ann. NY. Acad. Sci. 110, 40 - 50, (1963)

18. BLUMENSTOCK, J.W.: Determination of total body fat. M. Bull. U.S. Army, Europe 20, 302 (1963)

19. BULLEN, B.A. und MITARBEITER: Ultrasonic reflections used for measuring subcutaneous fat in humans Hum. Biol. 37, 375 - 384 (1965)

20. BARTER, J. und FORBES, G.B.: Correlation of potassium-40 data with anthropometric measurements. Ann. NY. Acad. Sci. 110, 264 - 270, (1963)

21. EDWARDS, D.A.W.: Differences in the distribution of subcutaneous fat with sex and Maturity. Clin. Sci. 10, 305 (1954) (Rec. Nov. 11, 1950)

22. FORBES, G.B., GALLUP, J. und HURSH, J.B.: Estimation of total body fat from potassium-40 content. Science 133, 101 - 102 (1961)

23. YOUNG, C.M.: Predicting body fatness of young women on the basis of skinfolds. New York J. Med. 62, 1671 - 1673 (1962)

24. MYHRE, G. et al Body density and potassium-40 Measurements of body composition as related to age. J. Appl. Physiol. 21, 1251 - 1255 (1966)

25. BEHNKE, A.R.: The spezific gravity of healthy men. YAMA 118, 498 (1942)

26. BROZEK, J.: Body composition: Models and estimation equation. Am. J. Phys. Anthrop. 24, 239 (1966)

27. HEALD, F.P., HUNT, E.E., SCHWARTZ, R., COOK, C.D. ELLIOT, D., VAJDA, B.: Measures of body fat and hydration in adolescent boys. Pediatrics 31, 226 (1963)

28. PAERISCH, J. und PAERISCH, M.: Messung der Schichtstärke des menschlichen Unterhautfettgewebes mit dem Ultraschall-Impulsverfahren. Pfueger's Archiv 276, 437 (1963)

29. NOVAK, L.: Total body water and solids in six to seven-year-old-children. Pediatrics 38, 483 (1966)

30. PARIZKOVA, J.: The body fat and skinfolds in children. Metabo. 10, 794 (1961)

31. SLTZER, C.C., GOLDMAN, R.F. und MAYER, J.: The triceps skinfold as a predictiv measure of body density and body fat in obese adolescent girls. Pediatrics 36, 212 (1965)

32. STUART, H.C., SOBEL, E.H.: The thickness of the skin and subcutaneous tissue by age and sex in childhood. J. of Ped. 28, 637 (1946)

33. HAMMOND, W.H.: Measurements and interpretation of subcutaneous fat. Brit. J. Prev. Soc. Med. 9, 201 (1955)

34. BAKER, P.T., HUNT, E.E. TULIKA SEN: The growth and interrelations of skinfold and brachial tissues in man. Am. J. Phys. Anthropol 16, 39 (1958)

35. COMSTOCK, W.G. und LIVESAY, V.: Subcutaneous fat determinations from a community-wide chest x-ray survey in Georgia. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110, 475 (1963)

36. TAKKI, S., TAKKI, K., HOPSU, V., PALKAMA, A.: Fat pattering and its correlation to the ageof children. Ann. Med. Exp. Fenn. 43, 267 (1965)

37. ANDERSON, E.C. und LANGHAM, W.H.: Average potassium concentration of the human body as a function of age. Siene 130, 713 (1959)

38. FORBES, G.B.: Total sodium, potasium and chloride in adult man. J. Clin. Invest. 35, 596 (1956) zit. n. Nr. 22

39. PARIZCOVA, J.: The developement of subcutaneous fat in adolescent and the effect of physical training. Physiol. Bohemosl. 8, 112 (1959)

40. LISKOVA, J. und Mitarb.: A longititunal study of skinfold thickness in human infants. Physiol. Bohemos. 12, 248 (1963)

41. MONTOYE, H.J. und Mitarb.: The measurement of body fatness. Am. J. Clin. nutr. 16, 417 (1965)

42. FARR, V.: Skinfold thickness as an indication of maturity of the newborn. Arch. Dis. Childh. 41, 301 (1966)

43. FABRY, P., HEDJA, S., CERNY, K., OSANCOVA, K. und PECHAR, J.: Effect of meal frequency in schoolchildren. Amer. J. of Clin. Nutr. 18, 358 (1966)

44. TANNER, J.M. und WHITEHOUSE, R.H.: Standards of subcutaneous fat in Brit. children. Brit. Med. J. Vol. 1, 446 (1962)

DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. med. W. Burmeister danke ich für die Überlassung des Themas und die hilfreiche Unterstützung bei der Bearbeitung.

Lebenslauf

Als Tochter des Gerichtsassessors Karl Friedrich Schmidt und seiner Ehefrau Luise-Charlotte geb. Esemann wurde ich, Gundula Fromberg, geb. Schmidt, am 27. 10. 1942 in Rostock geboren.

Die Volksschule besuchte ich in Schwerin und Freiburg/Brg. 1953 wechselte ich auf das dortige Droste-Hülshoff-Gymnasium. Aus beruflichen Gründen meines Vaters besuchte ich in den folgenden Jahren das Gymnasium in Pfullendorf, Radolfzell und Waldshut. Das Zeugnis der Reife erhielt ich im März 1962 an dem neusprachlich-naturwissenschaftlichen Gymnasium Waldshut/Hochrhein.

Das Studium der Medizin begann ich im Sommersemester 1962 an der Universität zu Köln. Dort bestand ich im April 1963 die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im Juli 1965 die ärztliche Vorprüfung. Ab Wintersemester 1965/66 war ich an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes immatrikuliert und bestand im Dezember 1968 die ärztliche Prüfung. Zur Zeit bin ich als Medizinalassistentin an der Chirurgischen Universitätsklinik Homburg tätig.